

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-31571

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/14				
C 0 9 K 11/00		F 9280-4H		
11/56	C P C	9280-4H		
G 0 9 F 9/30	3 6 5 A	7426-5H		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-163853

(22) 出願日 平成6年(1994)7月15日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 岡田 勝博

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 寺田 幸祐

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 三上 明義

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

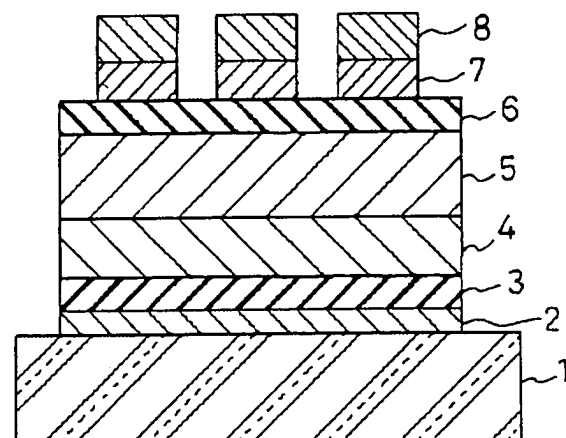
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 薄膜エレクトロルミネッセンス素子およびマルチカラー薄膜エレクトロルミネッセンスパネル

(57) 【要約】

【構成】 橙色発光の  $ZnS:Mn$  層 4 と黄色発光の  $ZnMgS:Mn$  層 5 とを積層した積層膜を発光層として用いた薄膜エレクトロルミネッセンス素子に、赤色および緑色のカラーフィルタ 8 を組み合わせる。

【効果】 赤色および緑色の両色共に、発光輝度および色純度で良好な特性を示す、赤色および緑色の二色表示マルチカラー薄膜エレクトロルミネッセンス表示パネルが得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】母体組成が硫化亜鉛と硫化マグネシウムとの混晶からなり、発光中心としてマンガンを添加してなるC軸配向ウルツ鉱型結晶構造の $ZnMgS:Mn$ を発光層として用いたことを特徴とする薄膜エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】母体組成が硫化亜鉛と硫化マグネシウムとの混晶からなり、発光中心としてマンガンを添加してなるC軸配向ウルツ鉱型結晶構造の $ZnMgS:Mn$ 層と、母体組成が硫化亜鉛からなり、発光中心としてマン

【請求項3】請求項2の薄膜エレクトロルミネッセンス素子の発光面側に、赤色および緑色のカラーフィルタを設けてなるマルチカラー薄膜エレクトロルミネッセンスパネル。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄型平面ディスプレイとして応用される薄膜エレクトロルミネッセンス（以下、ELと称する）素子、および、この薄膜EL素子に赤色および緑色のカラーフィルタを組み合わせたマルチカラー薄膜ELパネルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】薄型平面ディスプレイとして用いられる薄膜EL素子には、 $ZnS$ を母材としてこれに発光中心としてMnを添加してなる $ZnS:Mn$ を発光層に用いたものがあり、この $ZnS:Mn$ を発光層として用いることによって、高輝度で信頼性に優れた表示特性が得られている。そして、上記 $ZnS:Mn$ を発光層に用いた薄膜EL素子に、赤色および緑色のカラーフィルタを組み合わせた二色表示マルチカラー薄膜EL表示パネル（SID 91 DIGEST p. 275~278）が検討されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の $ZnS:Mn$ の発光スペクトルは、500nm台から600nm台の波長にまで及んでいる。したがって、この $ZnS:Mn$ を発光層に用いた薄膜EL素子に、赤色および緑色のカラーフィルタを組み合わせれば、赤色光および緑色光を取り出すことが可能である。上記薄膜EL素子に、赤色のカラーフィルタを組み合わせた場合に得られる赤色光の色度座標（x, y）は（0.66, 0.34）であり、赤色に関しては特性のよい色純度が得られる。しかしながら、 $ZnS:Mn$ の発光スペクトルは550nm以下の発光強度が弱いことから、上記薄膜EL素子に、緑色のカラーフィルタを組み合わせた場合に得られる緑色光の色度座標（x, y）は（0.45, 0.55）であって、黄色に近い緑色しか得られず、緑色の色純度があまり良く

ないという問題がある。

【0004】本発明は、上記に鑑みなされたものであり、その目的は、緑色のカラーフィルタを組み合わせた場合に得られる緑色光の色純度を従来よりも高めることができる発光輝度の高い薄膜EL素子を提供することにある。

【0005】また、本発明のその他の目的は、赤色および緑色の両色共に発光輝度および色純度が良好な、赤色および緑色のマルチカラー薄膜ELパネルを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る薄膜EL素子は、上記の課題を解決するために、母体組成が硫化亜鉛と硫化マグネシウムとの混晶からなり、発光中心としてマンガンを添加してなるC軸配向ウルツ鉱型結晶構造の $ZnMgS:Mn$ を発光層として用いたことを特徴としている。

【0007】また、請求項2の発明に係る薄膜EL素子は、上記の課題を解決するために、上記請求項1の発明で用いられている $ZnMgS:Mn$ 層と、母体組成が硫化亜鉛からなり、発光中心としてマンガンを添加してなる閃亜鉛鉱型結晶構造の $ZnS:Mn$ 層とを積層した積層膜を発光層として用いたことを特徴としている。

【0008】また、請求項3の発明に係るマルチカラー薄膜ELパネルは、請求項2の薄膜EL素子の発光面側に、赤色および緑色のカラーフィルタを設けたことを特徴としている。

【0009】

【作用】本願発明者は、上記の課題を解決するために、発光輝度が高く薄膜EL素子の発光層として有効な $ZnS:Mn$ の発光スペクトルの短波長化を試みた。その結果、 $ZnS:Mn$ よりも短波長の発光スペクトルを持つ $ZnMgS:Mn$ を発光層に用いることにより、高輝度な黄色発光の薄膜EL素子を得た。

【0010】上記 $ZnMgS:Mn$ の母体は、 $ZnS$ と $MgS$ とが混合して均一な結晶（混晶）を形成しており、その結晶構造は、 $ZnS:Mn$ の結晶構造（閃亜鉛鉱型構造）とは異なったC軸配向ウルツ鉱型構造である。閃亜鉛鉱型結晶構造の $ZnS:Mn$ を発光層とする薄膜EL素子は、ピーク波長が580nmの橙色発光を呈する。これに対して、C軸配向ウルツ鉱型結晶構造の $ZnMgS:Mn$ を発光層とする薄膜EL素子は、上記 $ZnS:Mn$ を発光層とするものよりも短波長の黄色発光を呈し、 $ZnS:Mn$ と同様に高輝度で信頼性に優れた特性を有する。即ち、発光層の母体中のMg成分により、Mn発光が橙色（ $ZnS:Mn$ の場合）から黄色（ $ZnMgS:Mn$ の場合）に変化する。

【0011】上記請求項1の発明の薄膜EL素子は、上記の $ZnMgS:Mn$ を発光層として用いたものであって、その発光スペクトルは緑色発光成分が多いので、該

3

薄膜EL素子に緑色のカラーフィルタを組み合わせれば、緑色の色純度が高く、且つ、高輝度の緑色発光素子を得ることができる。

【0012】上記請求項2の発明の構成によれば、上記のZnMgS:Mnからなる薄膜層(ZnMgS:Mn層)と、上記のZnS:Mnからなる薄膜層(ZnS:Mn層)とを積層した積層膜を発光層として用いているので、その発光スペクトルは緑色発光成分および赤色発光成分が共に多いブロードな発光スペクトルとなる。この薄膜EL素子に、赤色および緑色のカラーフィルタを組み合わせれば、緑色および赤色の両色共に色純度が高く、且つ、高輝度の緑色および赤色の二色発光素子を得ることができる。

【0013】上記請求項3の発明のマルチカラー薄膜ELパネルは、上記請求項2の薄膜EL素子の発光面側に、赤色および緑色のカラーフィルタを設けたものであり、赤色および緑色の両色共に発光輝度および色純度が良好な表示パネル或いは照明パネルとなり得る。

【0014】

【実施例】本発明の一実施例について図1ないし図4に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0015】本実施例に係る赤および緑の二色表示マルチカラー薄膜EL表示パネルは、薄膜EL素子と赤色および緑色のカラーフィルタとを組み合わせ構成される。上記薄膜EL素子は、いわゆる反転構造であり、図1に示すように、ガラス基板1上に、背面電極2、第1絶縁層3、ZnS:Mn層4、ZnMgS:Mn層5、第2絶縁層6、および透明電極7がこの順に積層される。即ち、上記薄膜EL素子は、ZnS:Mn層4とZnMgS:Mn層5とを積層した二層構造の発光層を有し、この発光層を第1絶縁層3および第2絶縁層6で挟んだ二重絶縁構造を持つ。そして、この薄膜EL素子は、上記の両絶縁層3・6の発光層と接していない側の面に、X方向に延びる複数の帯状の背面電極2およびY方向(X方向と直交する方向)に延びる複数の帯状の透明電極7が形成されたマトリクス構造を持つ。

【0016】そして、上記透明電極7の表面における上記背面電極2と透明電極7との交点に、赤色および緑色のカラーフィルタ8がマトリクス状に形成されている。

【0017】上記薄膜EL素子の駆動は、上記の背面電極2と透明電極7との間に図示しない駆動用交流電源を接続し、両電極2・7間に所定周波数の交流電圧を印加することによってなされる。上記両電極2・7間に交流電圧が印加されると、両電極2・7間に電界が形成され、この電界によって発光層中の電子が伝導帯に励起されて伝導電子(自由電子)となり、さらにこの電子が電界によって加速されて十分なエネルギーを持ち、そして、この電子が発光層中に添加された発光中心としてのMnに衝突してMnを励起し、励起されたMnが基底状態に戻る際に光を放射する。このとき発光層から放射さ

4

れる光が赤色のカラーフィルタ8を透過することによって赤色光として認識され、緑色のカラーフィルタ8を透過することによって緑色光として認識される。

【0018】次に、上記マルチカラー薄膜EL表示パネルの作製手順を示す。

【0019】まず、ガラス基板1上に金属Moを蒸着して膜厚300nm程度の背面電極2を形成する。

【0020】次に、高周波マグネトロンスパッタ法により、膜厚30~80nmのSiO<sub>2</sub>膜と膜厚200~300nmのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜とを成膜して複合膜の第1絶縁層3を形成する。

【0021】次に、母体材料ZnSに発光中心として作用するMnを添加したベレットを作製し、これを用いた電子ビーム蒸着法(以下、EB蒸着法と称する)によって膜厚500nm程度のZnS:Mn層4を成膜する。

【0022】次に、ZnS:Mn粉末とMgS粉末とをmol比で1:1の割合で混合したベレットを作製し、これを用いたEB蒸着法によって膜厚800nm程度のZnMgS:Mn層5を成膜する。詳しくは、8×10<sup>-3</sup>Paのガス圧のH<sub>2</sub>S雰囲気中において、基板温度を200℃に設定して蒸着が行われる。

【0023】次に、膜厚100~200nmのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜と膜厚30~80nmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜とを成膜して複合膜の第2絶縁層6を形成する。

【0024】次に、EB蒸着法または高周波スパッタ法により、膜厚150nm程度のITO(Indium Tin Oxide)膜からなる透明電極7を形成する。

【0025】この後、真空中において630℃で1時間の熱処理を施すことにより薄膜EL素子が得られ、これに赤色および緑色のカラーフィルタ8を重ね合わせることでマルチカラー薄膜EL表示パネルとする。

【0026】上記の方法で作製したマルチカラー薄膜EL表示パネルの発光層、および薄膜EL素子の各種特性を以下に示す。

【0027】まず、ZnMgS:Mn層5のX線回折パターンを図2に示す。このZnMgS:Mn層5の結晶構造は、ZnS:Mn層4のように閃亜鉛型構造ではなく、C軸配向ウルツ鉱型構造となっており、ZnS:Mn層4とは膜の結晶構造が異なっている。上記ZnMgS:Mn層5は、その母体組成が硫化亜鉛(ZnS)と硫化マグネシウム(MgS)との混晶からなる。

【0028】次に、薄膜EL素子の発光輝度-印加電圧特性を図3に示す。この発光輝度-印加電圧特性は、上記薄膜EL素子の背面電極2と透明電極7との間に駆動用交流電源を接続し、両電極2・7間に素子駆動周波数100Hzの交流パルス電圧を印加して得られたものである。同図中に(A)にて示される特性曲線は、カラーフィルタ8を組み合わせなかった場合のもの、同図中に(B)にて示される特性曲線は、緑色のカラーフィルタ8を組み合わせなかった場合のもの、そして、同図中に(C)

にて示される特性曲線は、赤色のカラーフィルタ8を組み合わせた場合のものである。同図に示されるように、ZnS:Mn層4とZnMgS:Mn層5との積層発光層を持つ本実施例の薄膜EL素子も、薄膜EL素子に特徴的な閾値電圧付近の急峻な立ち上がり特性を示している。

【0029】次に、薄膜EL素子の発光スペクトルを図4に示す。同図中に(A)にて示される特性曲線は、薄膜EL素子にカラーフィルタ8を組み合わせた場合のもので、同図中に(B)にて示される特性曲線は、緑色のカラーフィルタ8を組み合わせた場合のもので、そして、同図中に(C)にて示される特性曲線は、赤色のカラーフィルタ8を組み合わせた場合のものである。ZnS:Mn層4は、色度座標(x, y)が(0.52, 0.47)、ピーク波長が580nmの橙色発光を呈する。また、ZnMgS:Mn層5は、色度座標(x, y)が(0.46, 0.53)、ピーク波長が565nmの黄色発光を呈する。このZnS:Mn層4とZnMgS:Mn層5とを積層した二層構造の発光層から発せられる光は、同図中に(A)にて示されるようなブロードな発光スペクトルとなる。薄膜EL素子に緑色のカラーフィルタ8を組み合わせて得られる緑色光も、赤色のカラーフィルタ8を組み合わせて得られる赤色光と同程度の発光強度を示している。

【0030】また、ZnS:MnとZnMgS:Mnとの積層発光層を用いた本実施例の薄膜EL素子に赤色および緑色のカラーフィルタ8を組み合わせて得られる赤色光および緑色光の色座標を表1に、そして飽和輝度を表2に、それぞれZnS:Mnを発光層として用いた従来の薄膜EL素子と比較して示している。

【0031】

【表1】

発光層	赤色色度座標 (x, y)	緑色色度座標 (x, y)
ZnS:Mn	(0.66, 0.33)	(0.45, 0.55)
ZnMgS:Mn/ ZnS:Mn積層	(0.66, 0.33)	(0.37, 0.58)

【0032】

【表2】

発光層	赤色の飽和輝度 [cd/m <sup>2</sup> ]	緑色の飽和輝度 [cd/m <sup>2</sup> ]
ZnS:Mn	30	80
ZnMgS:Mn/ ZnS:Mn積層	26	97

【0033】上記の表1および表2から明らかなように、本実施例のマルチカラー薄膜EL表示パネルが発する赤色光は、従来のものと同等のものが得られ、また、緑色光については、色度座標はCRT (Cathode-Ray Tu

be) 蛍光体に近いもの、輝度は従来のものと比べて約1.2倍に改善され、赤色および緑色の両色共に良好な特性が得られた。

【0034】以上のように、本実施例に係る薄膜EL素子は、母体組成が硫化亜鉛と硫化マグネシウムとの混晶からなり、発光中心としてマンガンを添加してなるC軸配向ウルツ鉱型結晶構造のZnMgS:Mn層5を発光層として用いた構成であり、これを第1の特徴としている。

【0035】これにより、ZnS:Mnを発光層とするものよりも短波長の黄色発光を呈し、ZnS:Mnと同様に高輝度で信頼性に優れた薄膜EL素子が得られ、該薄膜EL素子に緑色のカラーフィルタ8を組み合わせれば、緑色の色純度が高く、且つ、高輝度の緑色発光素子が得られる。

【0036】また、本実施例に係る薄膜EL素子は、上記のZnMgS:Mn層5と、母体組成が硫化亜鉛からなり、発光中心としてマンガンを添加してなる閃亜鉛鉱型結晶構造のZnS:Mn層4とを積層した積層膜を発光層として用いた構成であり、これを第2の特徴としている。

【0037】これにより、薄膜EL素子の発光スペクトルは、緑色発光成分および赤色発光成分が共に多いブロードな発光スペクトルとなり、該薄膜EL素子に、赤色および緑色のカラーフィルタ8を組み合わせれば、緑色および赤色の両色共に色純度が高く、且つ、高輝度の緑色および赤色の二色発光素子を得ることができる。

【0038】そして、本実施例に係るマルチカラー薄膜EL表示パネルは、上記第2の特徴の構成の薄膜EL素子の発光面側に、赤色および緑色のカラーフィルタ8を組み合わせたものであり、赤色および緑色の両色共に発光輝度および色純度が良好な二色表示パネルとなっている。

【0039】尚、特開昭63-995号公報には、遷移金属あるいは希土類の元素をドーブしたMgS、CaS、SrS、BaSの中の少なくとも一つとZnSとの複合体を母材とする薄膜発光層が開示されている。上記公報は、加水分解し易く耐久性が低いMgS等に遷移金属あるいは希土類の元素をドーブし、これに母体として十分な安定性を有するZnSを混ぜることによって、発光層の耐久性を向上させることを目的としたものであって、発光層の結晶構造および発光色に変化するものではないので、本発明とは区別されるものである。

【0040】尚、上記薄膜EL素子は、表示パネルとしてだけではなく、照明パネルとして用いることもできる。上記実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

7

## 【0041】

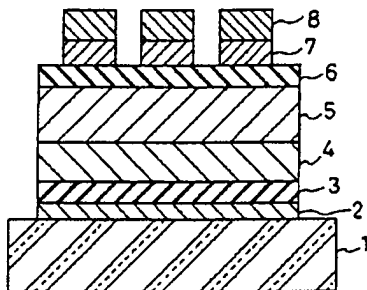
【発明の効果】請求項1の発明の薄膜EL素子は、以上のように、母体組成が硫化亜鉛と硫化マグネシウムとの混晶からなり、発光中心としてマンガンを添加してなるC軸配向ウルツ鉱型結晶構造の $\text{ZnMgS:Mn}$ を発光層として用いた構成である。

【0042】それゆえ、上記薄膜EL素子は、 $\text{ZnS:Mn}$ を発光層とする従来のものよりも短波長の黄色発光を呈する。したがって、この薄膜EL素子に緑色のカラーフィルタを組み合わせた場合、従来よりも緑色の色純度が高く、且つ、従来と同様に高輝度の緑色光を得ることができるという効果を奏する。

【0043】請求項2の発明の薄膜EL素子は、以上のように、母体組成が硫化亜鉛と硫化マグネシウムとの混晶からなり、発光中心としてマンガンを添加してなるC軸配向ウルツ鉱型結晶構造の $\text{ZnMgS:Mn}$ 層と、母体組成が硫化亜鉛からなり、発光中心としてマンガンを添加してなる閃亜鉛鉱型結晶構造の $\text{ZnS:Mn}$ 層とを積層した積層膜を発光層として用いた構成である。

【0044】それゆえ、上記薄膜EL素子の発光スペクトルは、緑色発光成分および赤色発光成分が共に多いブロードな発光スペクトルとなり、この薄膜EL素子に、赤色および緑色のカラーフィルタを組み合わせれば、緑色および赤色の両色共に色純度が高く、且つ、高輝度の緑色および赤色の二色発光素子を得ることができるという効果を奏する。

【図1】



8

【0045】請求項3の発明のマルチカラー薄膜ELパネルは、以上のように、請求項2の薄膜エレクトロルミネッセンス素子の発光面側に、赤色および緑色のカラーフィルタを設けた構成である。

【0046】それゆえ、赤色および緑色の両色共に発光輝度および色純度で良好な特性を示す二色発光パネルが得られるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すものであり、マルチカラー薄膜EL表示パネルの概略の断面図である。

【図2】上記マルチカラー薄膜EL表示パネルの $\text{ZnMgS:Mn}$ 層のX線回折パターンを示す説明図である。

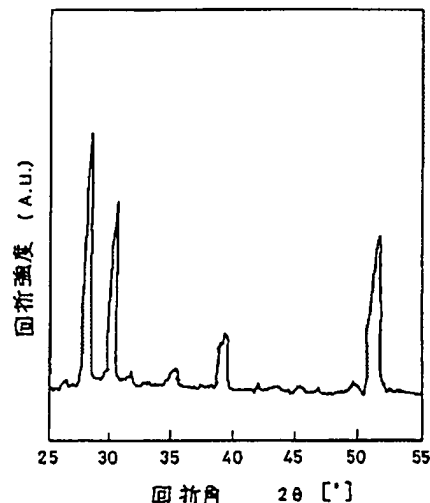
【図3】上記マルチカラー薄膜EL表示パネルの発光輝度-印加電圧特性を示す説明図である。

【図4】上記マルチカラー薄膜EL表示パネルの発光スペクトルを示す説明図である。

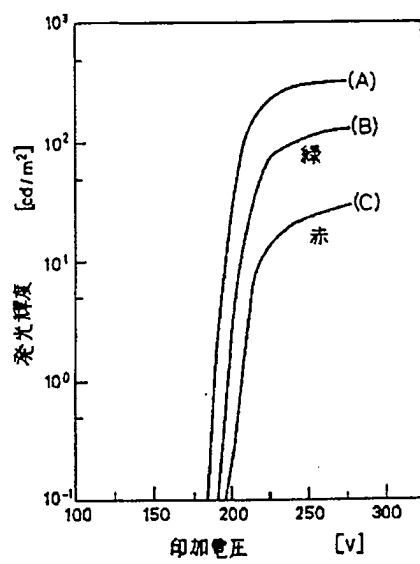
## 【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 背面電極
- 3 第1絶縁層
- 4  $\text{ZnS:Mn}$ 層（発光層）
- 5  $\text{ZnMgS:Mn}$ 層（発光層）
- 6 第2絶縁層
- 7 透明電極
- 8 カラーフィルタ

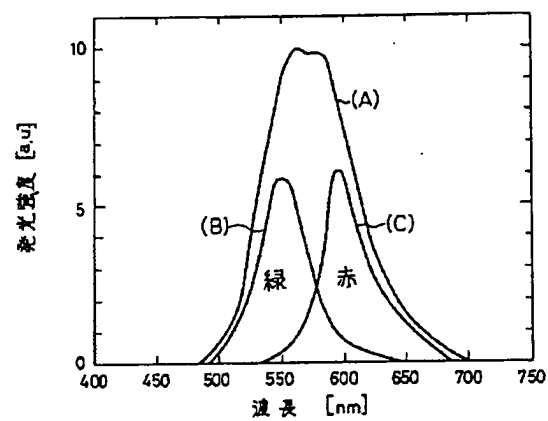
【図2】



【図3】



【図4】



(19) Japanese Patent Office

## (12) Public Patent Report (A)

(11) Patent application public  
number  
**TOKUKAIHEI 8-31571**

(43) Publication Date: February 2, 1996

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	Identification Symbol	F 1	Reference Number for Office Use Only.
H05B 33/14			
C09K 11/00	F 9280-4H		
11/56	CPC 9280-4H		
G09F 9/30	365 A 7426-5H		

Request for Examination: Examination not requested Number of Claims: 3 OL (6 pages total)

(21) Application Number	TOKUGANHEI6-163853	(71) Applicant	000005049 Sharp Co., Ltd. 22-22 Nagaike-cho Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka
(22) Application Date	July 15, 1994	(72) Inventor:	Katsuhiko Okada c/o Sharp Co., Ltd. 22-22 Nagaike-cho Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka
		(72) Inventor:	Yukihiro Terada c/o Sharp Co., Ltd. 22-22 Nagaike-cho Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka
		(72) Inventor:	Akiyoshi Mikami c/o Sharp Co., Ltd. 22-22 Nagaike-cho Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka
		(74) Attorney:	Patent attorney Kenzo Hara

(54) [Name of invention]

Thin film EL element and multi-color thin film EL panel.

(57) [Summary]

[Structure]

Combine color filter 8 of red color and green color with thin film EL element used laying 4 layers of ZnS:Mn (emit orange light) and 5 layers of ZnMgS: Mn (emit yellow light) as emitting layer.

[Effectiveness]

It provides a 2-color indicating (red and green) multi-color thin film EL display panel stating its conditions by emitting brightness and purity on both red color and green color.

[Range of the Patent Claim]

[Claim 1]

It is a thin film EL element which features ZnMgS:Mn of wurtzite structure c-axis oriented crystal structure which is made by adding manganese, based on the emission purpose that the main structure is a mixed crystal of zinc sulfide and magnesium sulfide.

[Claim 2]

It is a thin film EL element which features having emission layers as laid films of stacking layers between ZnS:Mn layer flash zinc ore style crystal structure which is made by adding manganese, based on the emission purpose that the main structure is zinc sulfide and ZnMgS:Mn layer of wurtzite structure c-axis oriented crystal structure which is made by adding manganese, based on the emission purpose that the main structure is a mixed crystal of zinc sulfide and magnesium sulfide.

[Claim 3]

It is a multi-color thin film EL panel, which has red and green color filters on the emission side of the thin film EL element said in the Claim 2.

[Detailed explanations of the invention]

[0001]

[Utility field of the industry]

This invention is regarding the thin film EL element which is applied as a thin flat display, and multi-color thin film EL panel which combines red and green color filters with the said thin film EL element.

[0002]

[Existing technique]

A thin film EL element, which is used for a thin flat display sometimes uses ZnS:Mn as an emission layer that Mn is added based on the emission purpose onto ZnS which is the main material, and by using the ZnS:Mn as an emission layer, it provides a reliable view with high luminance. And such 2-color indicating multi-color thin film EL display panel (SID 91 DIGEST p.275-278) which combines red and green color filters to the abovementioned thin film element that the ZnS:Mn is used as an emission layer has been considered.

[0003]

[Subject, which this invention is going to solve]

The emitting spectrum of the abovementioned ZnS:Mn is reaching the level of between 500nm and 600nm of wavelength. Therefore, by combining red and green color filters with the thin film element which ZnS:Mn is used as an emission layer, it is possible to produce red light and green light. The color tone coordinates (x,y) of the red light which is produced by combining red color filter with the abovementioned thin film EL element is (0.66, 0.34) which is a good purity concerning the red color. However, because the emitting spectrum of ZnS:Mn has weak emission intensity when the wavelength is less than 550nm, the color tone coordinates (x,y) of the green light which is produced by combining green color filter with the abovementioned thin film EL element is (0.45, 0.55) that is green color, but close to yellow color, and therefore, the purity of green color is preferable.

[0004]

The purpose of this invention is to provide thin film EL element, which has higher emitting luminance that will make a higher purity of green light, which is produced by combining green color filters.

[0005]

Also, another purpose of this invention is to provide a red and green multi-color thin film EL panel, which has good purity and emitting luminance on both red color and green color.

[0006]

[The method of how to solve the problem]

The thin film EL element concerning the invention in Claim 1, which features having ZnMgS:Mn of wurtzite structure c-axis oriented crystal structure which is made by adding manganese based on the emission purpose that the main structure is a mixed crystal of zinc sulfide and magnesium sulfide, is made in order to solve the existing problem of the abovementioned.

[0007]

Also, the thin film EL element concerning the invention in the Claim 2, which features having emission layers as laid films of stacking layers between ZnS:Mn layer flash zinc ore style crystal structure which is made by adding manganese based on the emission purpose that the main structure is zinc sulfide and ZnMgS:Mn layer is used in the abovementioned invention of Claim 1.

[0008]

Also, the multi-color thin film EL panel concerning the invention in Claim 3 features red and green filters on emission side of the thin film EL element of Claim 2.

[0009]

[Function]

In order to solve the abovementioned problem, the inventors for this application tried wavelength shortening of the emitting spectrum of ZnS:Mn which is effective as an emission layer of the thin film EL element and has high emission luminance. As a result, by using ZnMgS:Mn which has emitting spectrum of the shorter wavelength than ZnS:Mn as an emission layer, it produced high luminance yellow light emitting a thin film EL element.

[0010]

The main body of the abovementioned ZnMgS:Mn is forming a uniform crystal (mixed crystal) by mixing ZnS and MgS, and its crystal structure is wurtzite structure c-axis oriented crystal structure which is different from the crystal structure of ZnS:Mn (flash zinc ore style crystal structure). The thin film EL element which has ZnS:Mn of the flash zinc ore style crystal structure as an emission layer presents orange emitting light of 580nm as the peak wavelength. However, the thin film EL element which has ZnMgS:Mn of wurtzite structure c-axis oriented crystal structure as an emission layer presents yellow emitting light of shorter wavelength than the one which has the abovementioned ZnS:Mn as an emission layer, and has a feature of reliable high luminance quality similar to the ZnS:Mn. Therefore, depending on the Mg component of the main body of the emission layer, Mn emission changes from orange color (in the case of ZnS:Mn) to yellow (in the case of ZnMgS:Mn).

[0011]

The thin film EL element regarding the invention said in the above Claim 1 uses the abovementioned ZnMgS:Mn as an emission layer, and because the emitting spectrum has many components of green emitting light, and therefore, if green color filter is combined to said thin film EL element, would produce green emitting element with high luminance and high purity of the green color.



[0012]

According to the invention of the structure of the abovementioned Claim 2, because it uses layer films by stacking the abovementioned thin film (ZnMgS:Mn layer) made of ZnMgS:Mn and the abovementioned thin film (ZnS:Mn layer) made of ZnS:Mn as emission layers, the emitting spectrum becomes a broad emitting spectrum which has many green emitting components and red emitting components. If red and green color filters are combined to the thin film EL element, would produce a 2-color emitting element of green and red with high luminance and high purity of both red and green color.

[0013]

The invention of the multi-color thin film EL panel said in the above Claim 3 puts red and green color filters on the emission side of the thin film EL element said in the Claim 2, and it has a possibility of being a good display panel or illumination panel with high emission luminance and high purity of both red and green colors.

[0014]

[Example of implementation]

Regarding one example of the implementation of the invention, the explanation of Figure 1 to Figure 4 (Figure 1; P. 487 lower left, Figure 2; P. 487 lower right, Figure 3; P. 488 upper left, Figure 4; P. 488 upper right) is as follows:

[0015]

The red and green 2-color indicating multi-color thin film EL display panel concerning the implementation example is composed by combining red and green color filters with the thin film EL element. The abovementioned thin film EL display panel is a so-called reversed structure, and as shown on Figure 1, it will be laid as the order of rear electrode 2, The first insulation layer 3, ZnS:Mn layer 4, ZnMgS:Mn layer 5, The second insulation layer 6 and the transparent electrode 7 on the glass substrate 1. Therefore, the abovementioned thin film EL element has an emission layer of a 2-layer structure of stacking ZnS:Mn layer 4 and ZnMgS:Mn layer 5, and it has a double insulation structure of using the first insulation layer 3 and the second insulation layer 6 which isolates the emission layer. And the thin film EL element has a matrix structure, which forms plural band style transparent electrode 7 that extends to the direction of Y (which crosses straight through X) and plural band style rear electrode 2 that extends to the direction of X toward the side which is not attached to the emission layer of the abovementioned both insulation layers 3 and 6.

[0016]

And red and green color filter 8 is formed as matrix style at the crossing point of the abovementioned rear electrode 2 and transparent electrode 7 on the surface of the abovementioned transparent electrode 7.

[0017]

Driving the abovementioned thin film EL element is made by connecting an A.C. power source for driving which is not mentioned in the figure between the abovementioned rear electrode 2 and transparent electrode 7, and by applying A.C. voltage of the designated frequency between the two electrodes 2 and 7. When A.C. voltage is applied in between the two electrodes 2 and 7, an electric field will be made between the two electrodes 2 and 7, and by this electric field, the electron which is within the emission layer becomes a conduction electron (free electron) by being excited by the conduction bands, then the electron shall have enough energy accelerating by the electric field, and this electron shall then collide Mn to excite Mn, and this excited Mn would emit light when it goes back to the normal state. At this point, the light which is emitted from the emission layer shall be recognized as red light by going through the red color filter 8, and shall be recognized as green light by going through the green color filter 8.

[0018]

Next, the producing procedure of the abovementioned multi-color thin film EL display panel shall be explained.

[0019]

First of all, make a deposition of the metal Mo onto the glass substrate 1, and make the rear electrode 2 film approximately 300nm thick.

[0020]

Then, by high frequency magnetron sputtering, form the SiO<sub>2</sub> film thickness of between 30 and 80nm and the Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> film thickness of between 200 and 300nm, and create the first insulation layer 3 of the composite film.

[0021]

Next, create a pellet to the main body material ZnS of which Mn is added as an emitting purpose, and then form ZnS:Mn layer 4 of the film thickness of approximately 500nm by the electron beam deposition (hereinafter referred to as EB deposition) using the pellet.

[0022]

Then, create the pellet with ZnS:Mn powder and MgS powder to the ratio of 1:1 of mol comparison, and form ZnMgS:Mn layer 5 film thickness of approximately 800nm by the EB deposition using this. In details, such deposition is performed within the gas pressure H<sub>2</sub>S of 8\*10<sup>-3</sup>Pa setting the substrate temperature at 200°C.

[0023]

After that, form Si<sub>3</sub>N film thickness of between 100 and 200nm and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> film thickness of between 30 and 80nm, and create the second insulation layer 6 of the composite film.

[0024]

Then, either by EB deposition or high frequency sputtering, create transparent electrode 7 made of ITO (Indium Tin Oxide) film thickness of approximately 150nm.

[0025]

After that, by giving heat treatment for one hour at 630°C in a vacuum environment, a thin film EL element shall be produced, and then create the multi-color thin film EL display panel by layering red and green color filter 8 onto this.

[0026]

Features of the emission layer of multi-color thin film EL display panel and the thin film EL element, which are created by the abovementioned methods shall be shown below.

[0027]

First, an X-ray diffraction pattern of ZnMgS:Mn layer 5 shall be shown on the Figure 2. The crystal structure of the ZnMgS:Mn layer 5 is not flash zinc ore style crystal structure like ZnS:Mn layer 4, but it is wurtzite structure c-axis oriented crystal structure, and the crystal structure of the film is different from ZnS:Mn layer 4. The abovementioned ZnMgS:Mn layer 5 is a mixed crystal of Zinc sulfide (ZnS) and magnesium sulfate (MgS).

[0028]

Next, the characteristic points of emitting luminance and applying voltage of the thin film EL element shall be shown on Figure 3. The characteristic points of emitting luminance and applying voltage is produced by applying A.C. pulse voltage of 100Hz which is element drive frequency between rear electrode 2 and transparent electrode 7 after connecting the A.C. power source for the drive between rear electrode 2 and transparent electrode 7 of the abovementioned thin film EL element.

Within the same figure, the characteristic curve which is indicated as (A) shows the result of when the color filter 8 is not combined, and the characteristic curve which is indicated as (B) shows the result of when the color filter 8 of green color is combined, and the characteristic curve which is indicated as (C) shows the result of when the color filter 8 of red color is combined.

[0029]

Next, the emitting spectrum of the thin film EL element shall be shown on the Figure 4. Within the same figure, the characteristic curve which is indicated as (A) shows the result of when the color filter 8 is not combined with the thin film EL element, and the characteristic curve which is indicated as (B) shows the result of when the color filter 8 of green color is combined, and the characteristic curve which is indicated as (C) shows the result of when the color filter 8 of red color is combined. Color tone coordinates (x,y) of ZnS:Mn layer 4 is (0.52, 0.47) and emit yellow light which has the peak wavelength of 565nm. The light which is emitting from the emission layer of the double layer structure of ZnS:Mn layer 4 and ZnMgS:Mn layer 5 becomes a broad emitting spectrum similar to that shown in (A) in the same figure. Both the green light which is produced by combining green color filter 8 and the thin film EL element and red light which is produced by combining red color filter have approximately the same emission intensity.

[0030]

Also, the color coordinates of red light and green light which are produced by combining red and green color filters to the thin film EL element of the implementation example which uses laid emission layer of ZnS:Mn and ZnMgS:Mn is shown on table 1 (0031, P.486) and saturation luminance is shown on table 2 (0032, P.486), and each of which compares with the existing thin film EL element which ZnS:Mn is used as emission layer.

[0031]

[Table 1]

Emission layer	Red coordinates (x,y)	Green coordinates (x,y)
ZnS:Mn	(0.66, 0.33)	(0.45, 0.55)
Laid layer of ZnMgS:Mn and ZnS:Mn	(0.66, 0.33)	(0.37, 0.58)

[0032]

[Table 2]

Emission layer	Saturation luminance of red [cd/m2]	Saturation luminance of green [cd/m2]
ZnS:Mn	30	80
Laid layer of ZnMgS:Mn and ZnS:Mn	26	97

[0033]

As it is obvious from the abovementioned table 1 and table 2, the quality of red light which is emitted by the multi-color thin film EL display panel of the implementation example is the same level of the existing technique, and concerning the green light, the color tone coordinates is closer to CRT (Cathode-Ray Tube) phosphors and the luminance is improved by 1.2 times compare to the existing technique, and this resulted in both red and green color to have a good characteristic point.

[0034]

As stated, the thin film EL element concerning the implementation example said in here is a structure which has ZnMgS:Mn layer 5 of

wurtzite structure c-axis oriented crystal structure which is made by adding

manganese based on the emission purpose that the main structure is a mixed crystal of zinc sulfide and magnesium sulfide, and this is the most remarkable feature.

[0035]

By this, it produces a thin film EL element which has high luminance and reliable as ZnS:Mn that presents yellow emitting light of the shorter wavelength than the ones that use ZnS:Mn as an emission layer, and by combining green color filter 8 with the said thin film EL element, it produces a green emitting element which has a high purity of green color and has high luminance as well.

[0036]

Also, the thin film EL element regarding the implementation example is made from the abovementioned ZnMgS:Mn layer 5 and zinc sulfide as the main structure, and used laid ZnS:Mn layer 4 of the flash zinc ore style crystal structure which manganese is added as the emitting source that is the structure which is remarked as the second feature.

[0037]

By this, the emitting spectrum of the thin film EL element becomes a broad emitting spectrum which has plenty of both components of green emission and red emission, and by combining red and green color filters 8, it produces green and red 2-color emission element with high purity on both red and green color and high luminance.

[0038]

And, the multi-color thin film EL display panel regarding the implementation example is made by combining red and green color filter 8 on the emitting side of the thin film EL element of the structure of the abovementioned as the second feature, and it is 2-color display panel which has high emitting luminance and purity of both red and green color.

[0039]

The TOKUKAISHO 63-995 patent report shows the thin film emission layer which has a main part as compound parts of at least one of MgS, CaS, SrS and BaS which is made by a doping element of either transition metal or rare earth metals, and ZnS. The abovementioned patent report is about doping element of transition metal or rare earth metals to MgS, etc. which is easily used to make hydrolysis and has a low durability, and making this as the main part, by mixing ZnS which has sufficient stability, it provides increased durability of the emission layer, which does not mean that such emitting color nor crystal structure of the emission layer shall be changed, and therefore, it shall be treated differently from this invention.

[0040]

Further, the abovementioned thin film EL element can be used not only for the display panel, but also for the illumination panel. The abovementioned implementation example is only to show the technical details of the invention clearly, and therefore, the method shall not be defined only by considering the example used in here, but it shall be implemented in varieties of ways within the range of the patent claim and the spirit of the invention.

[0041]

As stated, the thin film EL element of the invention said in the Claim 1 is a structure which has ZnMgS:Mn of wurtzite structure c-axis oriented crystal structure which is made by adding manganese based on the emission purpose that the main structure is a mixed crystal of zinc sulfide and magnesium sulfide.

[0042]

Therefore, the abovementioned EL element shall present yellow emission light which has shorter wavelength than the existing one which uses ZnS:Ms as an emission layer. Therefore, when green color filter is combined to the thin film EL element, it will provide such green light which has higher purity than the existing purity of green color, and yet having the green light with high luminance like the existing technique.

[0043]

As stated, the thin film EL element which is an invention said in Claim 2 is a structure has the emission layers as laid films of stacking layers between ZnS:Mn layer flash zinc ore style crystal structure which is made by adding manganese based on the emission purpose that the main structure is zinc sulfide and ZnMgS:Mn layer of wurtzite structure c-axis oriented crystal structure which is made by adding manganese based on the emission purpose that the main structure is the mixed crystal of zinc sulfide and magnesium sulfide.

[0044]

Therefore, the emitting spectrum of the abovementioned thin film EL element becomes a broad emitting spectrum which has plenty of both component of green emission and red emission, and by combining red and green color filters, it produces a green and red 2-color emission element with high purity on both red and green color and high luminance.

[Figure 1]

[0045]

The multi-color thin film EL panel which is the invention mentioned in Claim 3 has a structure of red and green color filter on the emission side of the thin film EL element said in the Claim 2.

[0046]

Therefore, it produces a 2-color emitting panel which has a characteristic of high emitting luminance and purity of both red and green color.

[Simple explanation of the figures]

[Figure 1]

It is to indicate one implementation example of the invention, and it is a cross section view of a multi-color thin film EL display panel.

[Figure 2]

It is an explanation figure of the X-ray diffraction pattern of ZnMgS:Mn layer of the abovementioned multi-color thin film EL display panel.

[Figure 3]

It is an explanation figure of the characteristic of emitting luminance and applying voltage of the abovementioned multi-color thin film EL display panel.

[Figure 4]

It is an explanation figure of the emitting spectrum of the abovementioned multi-color thin film EL display panel.

[Explanation of the symbols]

- 1 Glass substrate
- 2 Rear electrode
- 3 The first insulation layer
- 4 ZnS:Mn layer (Emission layer)
- 5 ZnMgS:Mn layer (Emission layer)
- 6 The second insulation layer
- 7 Transparent electrode
- 8 Color filter

[Figure 2]

Diffraction intensity (A.U.)

Diffraction angle  $2\theta$  [°]

[Figure 3]  
Emitting luminance [cd/m<sup>2</sup>]  
Applying voltage [V]  
(B) Green  
(C) Red

[Figure 4]  
Emitting intensity [a.u.]  
Wavelength [nm]  
(B) Green  
(C) Red

End.